

CÓDIGO 1.1.16

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE EDAFORRASGOS EN MATERIALES DE YACIMIENTOS PREHISTÓRICOS MEDIANTE MICROMORFOLOGÍA: APLICACIÓN EN EL YACIMIENTO DE ARROYO CORRAL I, NEUQUÉN, ARGENTINA.

**Sánchez, M.A.¹, Sánchez-Nieves, B.², Iriarte, E.³, Simões, C.², Gutiérrez-Medina, M.¹, Hajduk, A.⁴,
Arias, P.².**

1: Universidad de Cantabria, E.T.S. Ing. De Caminos.
Dpto. de Ciencia e Ingeniería del Terreno y de los Materiales.
Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas
(miguelangel.sanchez@unican.es)

2: Universidad de Cantabria, Facultad de Filosofía y Letras.
Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas

3: Universidad de Burgos
Laboratorio de Evolución Humana

Departamento Ciencias Históricas y Geografía

4: CONICET-Museo de la Patagonia "Francisco Pascasio Moreno"

PALABRAS CLAVE: micromorfología, edaforrasgos, edafización, Arroyo Corral I, Argentina.

RESUMEN

Habitualmente los materiales presentes en yacimientos arqueológicos son estudiados mediante técnicas microscópicas. Se pretende determinar los componentes principales de dichos materiales y las relaciones texturales que existen entre ellos. Una técnica habitual dentro de este tipo de estudios es el análisis de láminas delgadas mediante microscopía de luz transmitida polarizada. Este procedimiento ha sido utilizado para estudiar los materiales que constituyen el depósito arqueológico de Arroyo Corral I. La investigación es parte de los estudios realizados por el Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de la Universidad de Cantabria y el Museo de la Patagonia en el entrono del lago Nahuel Huapi y el alto de Limay, en las provincias de Neuquén y Río Negro, Argentina.

Durante los trabajos de prospección se tomaron 7 muestras para análisis micromorfológico de los diferentes niveles que constituyen el yacimiento. Los objetivos de este análisis han sido identificar los componentes mineralógicos, establecer la relación textural entre los diferentes componentes, identificar rasgos de edificación en los materiales y determinar con precisión los niveles de ocupación humana.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la determinación de la profundidad de edafización en el yacimiento por identificación de edaforrasgos. Estos elementos edáficos son indicadores de una organización específica en el suelo y constituyen unidades de fábrica concretas que se pueden reconocer y diferenciar del material adyacente mediante microscopía óptica. El análisis de los edaforrasgos permite obtener también una aproximación a la intensidad de la edafización sufrida por los materiales. Considerando que este proceso modifica las características físicas y químicas del material, este último aspecto puede resultar relevante como fundamento para desarrollar una línea de investigación dirigida a la protección y conservación del patrimonio.

1. INTRODUCCIÓN

La micromorfología implica el estudio de sedimentos y suelos a escala microscópica. Constituye un conjunto de técnicas y métodos orientados a describir y evaluar los componentes, las características y las texturas presentes en el suelo a escala microscópica, con el fin de relacionar a éste con el medio que lo rodea, para poder así reproducir y averiguar los procesos que han participado en la formación de los suelos o depósitos [1]. Stoops [2] define la micromorfología como el estudio a nivel microscópico de suelos y materiales relacionados utilizando técnicas de laboratorio.

La incorporación de la micromorfología en el campo de la arqueología tiene como objetivo fundamental descifrar y analizar la huella antrópica que queda registrada en los sedimentos que conforman los suelos [3]. Esto permite una interpretación del sitio no sólo desde el punto de vista del origen geológico, sino también evaluar la historia del yacimiento y la impronta generada por la acción humana en la formación de nuevos espacios arqueológicos. Desde esta perspectiva la micromorfología permite analizar el yacimiento valorando los productos de la actividad humana tales como cenizas, huesos, restos fecales, restos líticos, etc. Estos materiales pueden formar parte del proceso de edafización del suelo, o por el contrario quedar aislados formando capas independientes.

El presente trabajo resume los primeros resultados obtenidos en el análisis micromorfológico llevado a cabo en el yacimiento arqueológico de Arroyo Corral I (Figura 1), integrado en el proyecto “El poblamiento temprano del Noroeste de la Patagonia argentina. Economía, Organización social y expresión gráfica de cazadores-recolectores del Tardiglacial y el Holoceno temprano en latitudes medias de Sudamérica” [4]. El análisis se ha realizado a partir de 7 muestras tomadas en uno de los sondeos realizados en el yacimiento y ha permitido obtener una primera subdivisión del depósito en dos conjuntos o unidades sedimentarias (Figura 1): unidad inferior, constituida por un depósito piroclástico y una unidad superior o conjunto edáfico. En concreto, se muestran aquí los aspectos más relevantes deducidos de la unidad superior, cuya principal característica es un marcado desarrollo edáfico.

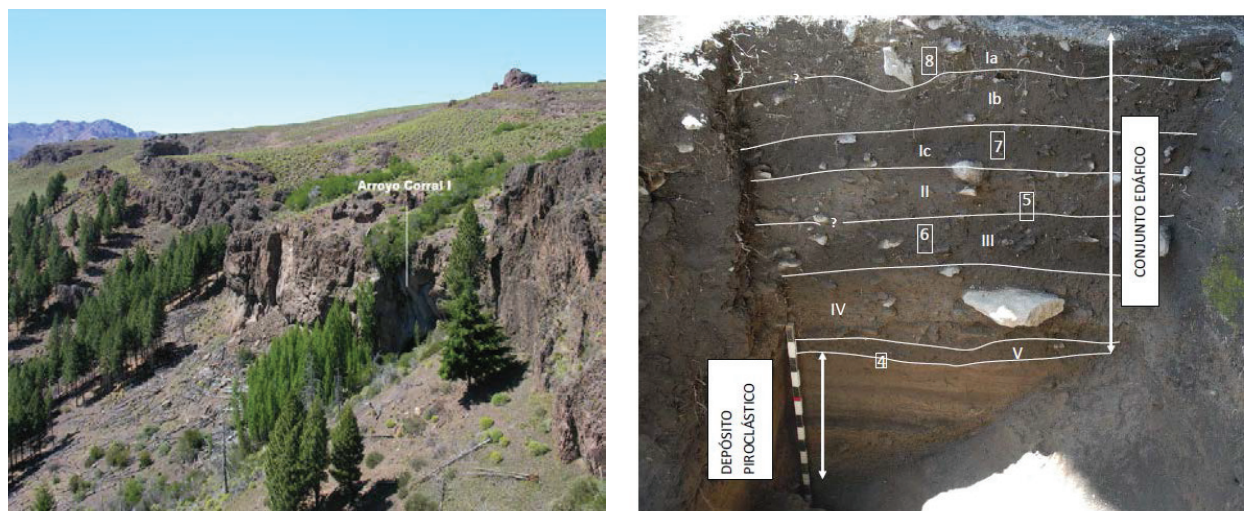


Figura 1. El yacimiento Arroyo Corral I. A la izquierda se muestra el acceso al refugio. A la derecha se identifican los niveles presentes en el sondeo y la posición de las muestras.

2. EL YACIMIENTO DE ARROYO CORRAL I. NEUQUÉN ARGENTINA

El yacimiento Arroyo Corral I se encuentra en la región andinopatagónica de río Negro y Neuquén. Se trata de un abrigo al pie de una pared rocosa abierto al NNE que se encuentra situado a media altura de la vertiente meridional y que a su vez está formada por un pequeño arroyo tributario en Limay (Figura 1). El yacimiento domina el curso inferior del arroyo y de la confluencia con el Limay, donde hay un pequeño transcurso, el cual es dominado por dicho valle. El abrigo tiene una gran extensión, de aproximadamente 28 metros de ancho por 15 m de profundidad, que desciende en la zona Este, y está compuesta por dos grandes lóbulos muy bien desarrollados [5].

En el yacimiento se han descrito hasta catorce niveles estratigráficos que se caracterizan por estar formados por dos conjuntos o unidades sedimentarias con características muy concretas, razón por la cual se ha realizado un análisis específico para cada uno de ellos (Figura 1):

- De muro a techo, el primer conjunto, depósito piroclástico, abarca los niveles IV-V-VI y VII. Esta primera unidad no es objeto de este trabajo ya que no presenta rasgos de edafización.
- La segunda unidad, el conjunto edáfico, comprende los niveles Ia-Ib-Ic- II-III. Esta unidad está compuesta también por depósitos piroclásticos pero con un alto grado de edafización y con aportes de fragmentos de roca caídos de la roca caja del propio abrigo, lo que hace plantear la posibilidad de que el depósito haya sido mucho más lento.

3. METODOLOGÍA DESCRIPTIVA DEL CONJUNTO EDÁFICO

El análisis de ésta unidad se ha basado en analizar los siguientes aspectos: i) Microestructura, ii) Porosidad, iii) Identificación de componentes iv) Fábrica y grado de pedalidad y v) edaforrasgos.

3.1 Microestructura

La microestructura representa las relaciones espaciales a escala microscópica entre los distintos componentes de un suelo, tanto los de origen primario, como pueden ser los propios minerales constitutivos de la roca, como aquellos otros originados durante la edafización a los que se hace referencia como agregados [1]. Para el desarrollo de ese trabajo se han seguido los criterios descriptivos establecidos por Stoops [2] y Bullock [1]. En este sentido, y haciendo hincapié en los rasgos identificados en las muestras analizadas, se ha identificado que en las muestras existen microestructuras de tipo grumosa, granular, en bloque angular y subangular. En el apartado siguiente se detallan las principales características de cada una de ellas.

3.2 Porosidad

Junto con la microestructura es necesario caracterizar la tipología de poros existentes en el material. De este modo resulta prioritario señalar si estos huecos tienen su origen en el empaquetamiento original o son resultado de procesos puramente edáficos. En este sentido, los poros de tipo canal, cámaras, de disolución y planares son normalmente fruto de procesos edáficos como actividad biológica, lavado de componentes, removilización del material, etc.

Así mismo la incorporación de aire en la fase sólida del suelo puede generar la aparición de poros de grandes dimensiones denominadas vacuolas [6].

3.3 Identificación de componentes

Se ha considerado oportuno intentar encontrar diferencias en cuanto a los componentes en los diferentes niveles del depósito. Por lo tanto, se ha diferenciado y agrupado entre vidrios, cuarzos, opacos, minerales y fragmentos de rocas. Se ha comprobado que los componentes materiales de los diferentes niveles, forman grupos bastante homogéneos, en el que en casos muy aislados, aparece algún mineral concreto. En este sentido un factor de gran interés es el análisis comparativo de la abundancia de estos componentes entre los diferentes niveles. Para hacer este análisis se han seguido los criterios establecidos por Stoops [2].

En cuanto a la caracterización morfológica se ha prestado atención a la esfericidad y redondez de los componentes, con el expreso objetivo de averiguar el grado de transporte que han sufrido los diferentes componentes. A medida que se han ido estudiando los diferentes niveles, la esfericidad y redondez de todos los materiales es muy similar, con variaciones apenas apreciables, siendo en tal caso, los cuarzos, el componente que marca la diferencia, con un grado elevado de redondez y esfericidad.

3.4 Fábrica y grado de pedalidad

La fábrica de un suelo y su grado de pedalidad que tienen por objeto definir el grado de evolución a escala microscópica. Su interés radica en que permiten obtener una aproximación a los componentes más finos que constituyen los agregados y definir el suelo a partir de sus relaciones espaciales y de distribución. Las tipologías propuestas se basan en la relación c/f (componentes gruesos / componentes finos) de la matriz del suelo. De este modo es necesario distinguir entre los siguientes tipos de fábrica: mónico, gefúrico, chitónico, enáulico y porfirico.

En cuanto al grado de pedalidad se basa en la caracterización de los agregados que componen la microestructura del suelo y tiene por objeto definir el grado de individualidad de los elementos de fábrica del suelo [1]. De este modo se diferencian tres grados: fuertemente desarrollado cuando los agregados están perfectamente individualizados, moderadamente desarrollado cuando existen contacto entre los agregados y débilmente desarrollado cuando es difícil individualizar los agregados.

3.5. Edaforrasgos

Los edaforrasgos son una de las características más importantes dentro del análisis del suelo. La presencia o ausencia de este componente en un suelo refleja el desarrollo del mismo, es decir, si un nivel presenta un alto grado de edafización, está indicando que está en pleno proceso de formación de un suelo y los edaforrasgos serán abundantes y estarán bien desarrolladas. Cuanto menos frecuentes y de menor entidad sean dichos menor será el grado evolutivo o edáfico del nivel. Los edaforrasgos son componentes de fábrica con un elevado grado de pedalidad que pueden identificarse en la microestructura del suelo y que pueden estar constituidos por una diferente concentración en un determinado componente (impregnativos o de lavado) o estrictamente por un elemento originado durante la edafización del suelo (de fábrica) [2]. En general se trata de reorganizaciones de los materiales del suelo que no pueden ser atribuidas a una herencia del material original.

4. ANÁLISIS MICROMORFOLÓGICO DE LAS MUESTRAS DEL CONJUNTO EDÁFICO

El estudio micromorfológico de las láminas delgadas se ha realizado mediante microscopía óptica de luz transmitida. Se muestran a continuación los aspectos más relevantes obtenidos del análisis micromorfológico de las muestras. La descripción se realiza de muro a techo del conjunto edáfico, por lo tanto centrándose en las muestras 5 - 8. En este sentido es necesario tener en cuenta, tal como recoge la Figura 1, que la muestra 6 está situada por debajo de la muestra 5.

4.1. Muestra 6. Nivel III

Las láminas delgadas obtenidas a partir de la muestra 6 han permitido identificar dos tipos de microestructura. La primera de ellas es tipo grumosa, con un grado de pedalidad fuertemente desarrollado y no acomodado. El tamaño medio de los grumos es aproximadamente de 1400 μm , lo que indica que el agregado es fino. La clasificación morfológica del hueco es de empaquetamiento y la distancia de un agregado a otro es de aproximadamente entre 148 y 428 μm . La segunda estructura corresponde con el tipo bloque angular, cuyo grado de pedalidad está moderadamente desarrollado y acomodado. El tamaño medio de los agregados permite clasificarla como “muy fina” ya que oscilan entre 200 y 70 μm . La clasificación morfológica del hueco es de canales y cámaras. Las unidades de fábrica son en su totalidad heterogéneas y consisten básicamente en los siguientes componentes: una matriz parda oscura con cristales de cuarzo, feldespatos, plagioclasas, óxidos, horblendas, piroxenos, ortopiroxenos y vidrios. El tamaño medio de la fracción gruesa varía entre 209 a 5 μm . La gran mayoría de componentes presenta un grado de redondez bastante anguloso, sobre todo apreciable a través de los cuarzos, feldespatos y plagioclasas. Los fragmentos más redondeados son los vidrios, siendo éstos prácticamente subredondeados con un grado medio de esfericidad. Los otros fragmentos contrariamente, presentaban un bajo grado de esfericidad. El patrón básico de distribución es al azar en los que no se aprecia orientación alguna. La distribución en relación c/f es enáulico cerrado en ambas microestructuras y el grado de abundancia de los materiales gruesos con respecto a los finos es del 33%. Cabe destacar que los agregados de la microestructura tipo “grumo” registra, tanto en la parte inferior de la lámina, como en la parte media, un cambio de color en la composición de materiales finos que la conforma, aunque la característica de los elementos que la componen son iguales a nivel morfológico y composicional.

Se han identificado edaforrasgos de relleno de poros de acumulación textural que son sueltos discontinuos e incompletos. Al igual que los edaforrasgos de la lámina anterior, aquí los revestimientos están compuestos por arcillas, pero que en ocasiones se aprecia fragmentos de tamaño ciertamente considerable, que permite que en ocasiones se aprecie el contorno de dichos agregados en la arcilla. Los revestimientos tienen un grosor más reducido que en la lámina anterior, moviéndose en una fracción en torno a las 25-35 μm .

4.2. Muestra 5. Niveles II y III.

Se caracteriza por presentar una estructura tipo bloque angular, los agregados tienen los bordes angulares, con huecos desarrollados mediante un intrincado sistema de vacíos con forma planar o canal. El grado de pedalidad es moderadamente desarrollado y parcialmente acomodado. El tamaño medio de los agregados varía entre 265 y 70 μm (ultrafina y muy fina). En cuanto a la distribución de gruesos-finos se considera tipo porfirica abierta. En la parte superior de la lámina la microestructura varía siendo ahora de tipo granular con un grado de pedalidad fuertemente desarrollado y no-acomodado. La medida que hay entre las estructuras granulares varía entre 705 hasta 145 μm . El tamaño medio de los agregados varía entre 1507 a 1145 μm (muy grueso). Los materiales que componen esa estructura granular tienen una medida que la enmarcan dentro del tipo fino a muy fino. La morfología de los huecos es tipo empaquetado y el tamaño de los poros oscila entre las 70 y 40 μm . Las unidades de fábrica en la matriz son de tipo bloques angulares y tiene una composición heterogénea, con una relación gruesos-finos tipo porfirica abierta al igual que la zona anterior. Se ha identificado una matriz de color pardo claro con fragmentos de cuarzos, opacos, feldespatos, plagioclasas macladas y zonadas y ortosa. El tamaño medio de los materiales gruesos de la matriz tiene una medida que varía entre 3 hasta las 23 μm . La mayor parte de los fragmentos presenta una redondez angulosa con un grado de esfericidad media-baja, sobre todo los cuarzos y las plagioclasas. El patrón básico de distribución es al azar y no están orientados. El grado de abundancia de los materiales gruesos con respecto a los finos es aproximadamente de un 18%.

Se han identificado edaforrasgos de relleno de poros de acumulación textural que son sueltos discontinuos e incompletos. Igualmente revestimientos de tipo de arcilla y carbonatos tipo capping y pendent que recubren las rocas. Los revestimientos de roca son de espesor muy fino cuyos agregados son de fracción arcilla, aunque en muchos casos es posible vislumbrar el contorno y la materia si se aplica un aumento de 40X en el microscopio. Se ha procedido a medir el espesor de los revestimientos, cuya medida en μm varía entre 30- 130. En algunos casos se ha registrado que entre el revestimiento y el fragmento de roca aparece una línea de bandeado compuesta por un material cuyos rasgos ópticos son similares a los carbonatos, siendo necesario un análisis composicional de detalle para confirmarlo. El espesor de ésta banda no supera las 21 μm .

4.3. Muestra 7. Nivel Ic

La microestructura de éste nivel corresponde al tipo bloque angular, con agregados cuyos bordes son angulares, con huecos y domina un intrincado sistema de vacíos con morfología planar. El grado de pedalidad es moderadamente desarrollado y parcialmente acomodado. El tamaño medio de los agregados varía entre 186 y 565 μm . Por lo tanto las medidas de los agregados están entre arenas muy finas y arenas finas. La clasificación morfológica del hueco es de tipo cámara, con una medida de distancia entre 396 a 203 μm , estos canales se encuentran orientados verticalmente. Por otro lado, se ha identificado también una microestructura tipo grumosa con grado de pedalidad que muestra es fuertemente desarrollado y no acomodado. Las medidas de los grumos o agregados varía entre 620 y 70 μm , por lo cual se la clasifica como arenas muy finas-arenas medias. La clasificación morfológica del hueco es tipo “Packing void” con unas medidas en torno a 181 - 712 μm . Los canales presentan una orientación vertical. Las unidades de fábrica son heterogéneas y consisten en gran mayoría en una matriz parda con variación ligera del color, opacos, cuarzos, plagioclasas, ortoclasas, clinopiroxenos y piroxenos. Se aprecia un cambio en el color de la matriz siendo en la parte baja de la lámina más clara (pardo claro) y la parte superior el tono de la matriz es de pardo más oscuro casi grisáceo. El tamaño medio de la fracción gruesa varía de 20 hasta 718 μm . Los materiales que forman la matriz son minerales y cuarzos con morfología angulosa, siendo los óxidos (u opacos) los más redondeados. El patrón básico de distribución no presenta orientación. La distribución de relación c/f es enáulico de tamaño simple. El grado de abundancia de los materiales gruesos con respecto a los finos es del 12 %.

Los edaforrasgos son hiporevestimientos y revestimientos de enlace externo de nivelación y pendiente. Para los fragmentos de roca el laminado se presenta con una capa a media luna de revestimientos de arcilla límpida y revestimiento limo con laminación. También aparecen revestimientos compuestos por capas y rellenos de huecos que en la mayoría de los casos es un relleno completo. En ellos se refleja perfectamente las líneas de recrecimiento dentro dicho hueco. El relleno es predominantemente de arcilla, pero se alterna con pequeñas bandas de carbonatos, siendo esto lo menos frecuente. En general el número de líneas de crecimiento es de 21. Las líneas de crecimiento parten desde un punto concreto, generalmente desde un lateral del hueco, hasta rellenarlo. También se presentan otros rellenos de poros en los que no se aprecian estas líneas de recrecimiento, sino que se trata de un conglomerado arcilloso. Los revestimientos de los fragmentos de roca son de arcillas con bandas de crecimiento con una medida aproximada de 46 a 180 μm . Se ha registrado un elevado número de fragmentos de roca que entre el revestimiento y dicho fragmento presenta una banda de carbonatos con una característica muy común y es que es muy fina, no superando esta nunca el grosor de 60 μm .

4.4. Muestra 8. Nivel Ia

Este nivel está constituido por tres tipos de microestructura que serán analizados de forma individual. La primera es de tipo bloque subangular con un grado de pedalidad fuertemente desarrollado y no-acomodado. El tamaño de los agregados varía entre 2180 y 637 μm . La clasificación morfológica del hueco es de tipo cámara y la distancia media entre los agregados es de entre 123 y 885, μm . Los canales

presentan una clara orientación vertical. Por otro lado coexistiendo con la anterior hay áreas dispersas en la lámina en las que la microestructura es tipo grumosa, con un grado de pedalidad fuertemente desarrollado y no acomodado. El tamaño de los agregados varía entre 794 a 1637 μm , fracción fina, y su separación oscila entre 560 y 283 μm . La clasificación morfológica del hueco es tipo “huecos de empaquetamiento”. La tercera estructura que se ha podido identificar es de tipo granular sin un patrón de distribución concreto. Tiene un fuerte grado de pedalidad y es no-acomodado. La medida de los agregados varía entre 216 y 545 μm , por lo cual se la clasifica entre ultra fina y muy fina. La clasificación morfológica del hueco es tipo “hueco de empaquetamiento”. La separación de un gránulo con respecto a otro es de aproximadamente 286 a 498 μm . Las unidades de fábrica son heterogéneas, consiste en gran mayoría en una matriz parda con variación ligera del color, minerales opacos, cuarzos, plagioclasas, olivinos, ortoclasas, clinopiroxenos y piroxenos. Se aprecia un cambio en el color de la matriz siendo en la parte baja de la lámina más clara (pardo claro) y desde la mitad de la lámina hasta la parte superior el tono de la matriz es de pardo más oscuro. El tamaño medio de la fracción gruesa varía entre 22 hasta 908 μm . Los materiales que forman la matriz son minerales y vidrios angulosos, siendo los óxidos (u opacos) los más redondeados. El patrón básico de distribución es azaroso sin orientación alguna. La distribución de relación c/f es enáulica fina de espaciado sencillo. El grado de abundancia de los materiales gruesos con respecto a los finos es del 26 %.

En este nivel se ha hallado una alta concentración de edaforrasgos de diversa índole, en especial de tipo hiporevestimiento y revestimiento de enlace externo pendent y capping. Para los fragmentos de roca se han registrado revestimientos de laminado con una capa a media luna, revestimientos de arcilla límpida y revestimiento limo con laminación. Los rellenos de poro son de gran tamaño. Generalmente los que tienen un tamaño menor están rellenos completamente, en cambio los que son de talla más considerable no. Se puede apreciar las bandas de recrecimiento de arcillas en los huecos. Los revestimientos de rocas, fundamentalmente son de arcilla, pero también tienen pequeñas bandas de crecimiento carbonatadas, con un espesor muy bajo, no superando las 68 μm . Estos revestimientos tanto de arcilla como de carbonatos aparecen intercalados unas con otras, en las que el mayor grosor lo representan los formados por arcillas, que pueden llegar a superar las 2000 μm .

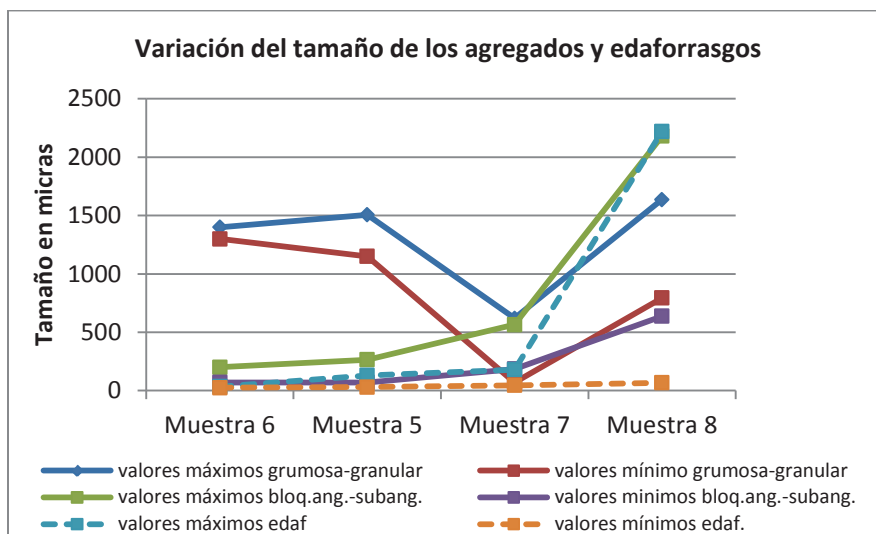
5. CONCLUSIONES

El análisis de las láminas delgadas ha permitido comprobar que el yacimiento está constituido por un suelo de tipo andosol vítrico, compuesto por numerosos fragmentos de roca tipo escoria y pumita de origen volcánico que probablemente proceden de las erupciones volcánicas del entorno en que se encuentra el yacimiento. En el conjunto superior descrito en este trabajo, junto con este material, aparecen fragmentos desprendidos de la propia roca que constituye el abrigo y restos de la actividad antrópica tales como huesos y carbones.

El análisis de la microestructura y de los edaforrasgos ha permitido observar una evolución en el desarrollo de los agregados y elementos de fábrica. En la Figura 2 se muestra la distribución de tamaño de estos componentes del suelo agrupados en las diferentes microestructas y ordenados de techo a muro del conjunto edafizado. Podemos comprobar que el desarrollo de la edafización es máximo en los materiales registrados por la muestra 8 y tiende a decrecer estabilizándose en el resto de niveles. Igualmente se observa que cuando la microestructura es de tipo bloque angular – subangular el decremento de la edafización en profundidad es mucho más importante. Por el contrario las microestructas grumosa y granular mantienen un desarrollo más homogéneo. Sospechamos que esto es resultado de la porosidad del suelo generada durante la edafización, permitiendo que la alteración de los componentes sea más eficiente en un caso que en otro.

Así mismo la variación en el tamaño de los edaforrasgos refuerza lo anterior y en este caso con independencia de la microestructura. La Figura 2 refleja claramente como el tránsito entre los niveles Ic y

la, muestras 7 y 8, representa el máximo desarrollo de la edafización. Por el contrario en las muestras inferiores la alteración se atenúa y los edaforrasgos tiene menor desarrollo. En este sentido, es necesario destacar que el estudio micromorfológico ha permitido acotar el contacto entre la parte edafizada y el material parental fresco. En concreto a techo de la muestra 4 se identifica el primer indicio de edafización al haberse identificado un edaforrasgo de tipo recubrimiento. En los niveles inferiores dichos indicadores están ausentes.



6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bullock, P.; Fedoroff, N.; Jongerius, A.; Stoops, G. y Tursina, T. Handbook of soil thin section description. Waine Research Publishing, Albrighton, U.K. 1985
- [2] Stoops, G. Guidelines for Analysis and description of soil and regolith thin sections. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 2003
- [3] FitzPatrick, E.A. Micromorphology of soils, Chapman and Hall, London and New York. Pp 433. 1984
- [4] Arias Cabal, P. Memoria del Proyecto "El poblamiento temprano del Noroeste de la Patagonia argentina. Economía, organización social y expresión gráfica de cazadores-recolectores del Tardiglacial y el Holoceno temprano en latitudes medias de Sudamérica" 2010.
- [5] Hajduk A., Albornoz, A y Lezcano, M. El "Mylodon" en el patio de atrás. Informe preliminar sobre los trabajos en el sitio El Trébol, ejido urbano de San Carlos de Bariloche, Provincia de Río Negro. Contra Viento y Marea. Arqueología de Patagonia. Actas de las Quintas Jornadas de Arqueología de la Patagonia. 2004.
- [6] Kapur, S. Mermut, A. Stoops, G. New trends in soil micromorphology. Springer. Verlag Berlin Heidelberg. 2008